



PATENT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicants: Dong-Hwan KIM et al.                      Docket: 764-23  
Serial No.: 10/612,080                                      Dated: April 20, 2006  
Filed: July 1, 2003  
For: METHOD FOR EVALUATING CAPACITY OF SECONDARY BATTERY  
USING MATHEMATICAL CALCULATION OF SPECIFIC RESISTANCE  
COMPONENTS OF EQUIVALENT CIRCUIT MODEL FITTED FROM  
IMPEDANCE SPECTRUM

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT**

Sir:

Enclosed is a certified copy of Korean Appln. No. 2002-0038004 filed on July 2, 2002, from which priority is claimed under 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

Paul J. Farrell  
Registration No. 33,494  
Attorney for Applicants

**DILWORTH & BARRESE, LLP**  
333 Earle Ovington Boulevard  
Uniondale, New York 11553  
(516) 228-8484

---

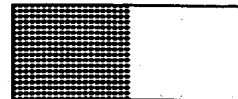
**CERTIFICATE OF MAILING UNDER 37 C.F.R. § 1.8 (a)**

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail, postpaid in an envelope, addressed to the: Commissioner of Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on April 20, 2006.

Dated: April 20, 2006

  
\_\_\_\_\_  
Paul J. Farrell

**BEST AVAILABLE COPY**



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2002-0038004

Application Number

출원년월일 : 2002년 07월 02일

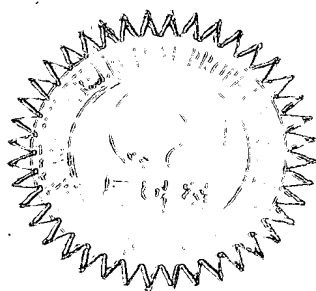
Date of Application

JUL 02, 2002

출원인 : 금호석유화학 주식회사

Applicant(s)

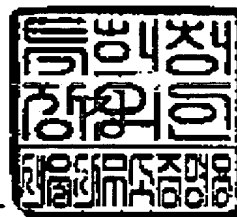
KOREA KUMHO PETROCHEMICAL CO., LTD



2006년 03월 15일

특허청

COMMISSIONER



◆ This certificate was issued by Korean Intellectual Property Office. Please confirm any forgery or alteration of the contents by an issue number or a barcode of the document below through the KIPOnet- Online Issue of the Certificates' menu of Korean Intellectual Property Office homepage ([www.kipo.go.kr](http://www.kipo.go.kr)). But please notice that the confirmation by the issue number is available only for 90 days.

**【서지사항】**

<b>【서류명】</b>	명세서 등 보정서
<b>【수신처】</b>	특허청장
<b>【제출일자】</b>	2004.05.21
<b>【제출인】</b>	
<b>【명칭】</b>	금호석유화학 주식회사
<b>【출원인코드】</b>	1-1998-000303-2
<b>【사건과의 관계】</b>	출원인
<b>【대리인】</b>	
<b>【성명】</b>	김능균
<b>【대리인코드】</b>	9-1998-000109-0
<b>【포괄위임등록번호】</b>	1999-043126-5
<b>【사건의 표시】</b>	
<b>【출원번호】</b>	10-2002-0038004
<b>【출원일자】</b>	2002.07.02
<b>【심사청구일자】</b>	2002.07.02
<b>【발명의 명칭】</b>	임피던스 스펙트럼으로부터 모사된 등가회로 모델의 특정 저항 인자 연산을 이용한 2차 전지의 용량 선별 방법
<b>【제출원인】</b>	
<b>【발송번호】</b>	9-5-2004-0105040-88
<b>【발송일자】</b>	2004.03.22
<b>【보정할 서류】</b>	명세서등
<b>【보정할 사항】</b>	
<b>【보정대상항목】</b>	별지와 같음
<b>【보정방법】</b>	별지와 같음
<b>【보정내용】</b>	별지와 같음



**【취지】**           특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조의 규정에 의하여 위  
와 같 이 제출합니다.

대리인

김능균   (인)

**【수수료】**

**【보정료】**           3,000 원

**【추가심사청구료】**   0 원

**【기타 수수료】**       0 원

**【합계】**             3,000 원

**【첨부서류】**         1.보정내용을 증명하는 서류\_1통



## 【보정서】

【보정대상항목】 청구항 1

【보정방법】 정정

【보정내용】

【청구항 1】

(삭제)

【보정대상항목】 청구항 2

【보정방법】 정정

【보정내용】

【청구항 2】

(삭제)

【보정대상항목】 청구항 3

【보정방법】 정정

【보정내용】

【청구항 3】

동일 제조 조건으로 생산된 동일 그룹의 2차 전지들의 용량선별 방법에 있어  
서,

측정하고자 하는 상기 2차 전지들을 만충전 전압이하로 충전량이 60%이상을

갓도록 부분 충전하거나 혹은 만 충전 전압 이하로부터 10%이내로 부분 방전하는 단계와,

상기 부분충전하거나 부분방전한 2차전지들에 대한 임피던스 스펙트럼을 측정하는 단계와,

상기 측정한 임피던스 스펙트럼으로부터 모사되는 전기 등가회로 모델로부터 특정한 내부저항 성분을 구하여 수학적 수치 연산하는 단계와,

상기 저항성분의 수학적 수치연산 값과 전지의 초기 방전용량 그래프를 비교하여 미지의 동일 그룹전지의 초기 방전용량을 선별하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 2차 전지의 용량 선별 방법.

## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.07.02
【발명의 국문명칭】	임피던스 스펙트럼으로부터 모사된 등가회로 모델의 특정 저항 인자 연산을 이용한 2차 전지의 용량 선별 방법
【발명의 영문명칭】	Method for evaluating their capacities by calculating mathematically specific elements among resistance elements of equivalent circuit model fitted from impedance spectrum of secondary batteries
【출원인】	
【명칭】	금호석유화학 주식회사
【출원인코드】	1-1998-000303-2
【대리인】	
【성명】	김능균
【대리인코드】	9-1998-000109-0
【포괄위임등록번호】	1999-043126-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김동환
【성명의 영문표기】	KIM, Dong Hwan
【주민등록번호】	680725-1553110
【우편번호】	305-345
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 대림두레아파트 101동 507호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	류상호

**【성명의 영문표기】** RYU, Sang Hyo  
**【주민등록번호】** 740901-1551411  
**【우편번호】** 305-345  
**【주소】** 대전광역시 유성구 신성동 대림두레아파트 102동 402호  
**【국적】** KR  
**【발명자】**  
**【성명의 국문표기】** 이현송  
**【성명의 영문표기】** LEE, Hyung Song  
**【주민등록번호】** 700620-1647925  
**【우편번호】** 305-720  
**【주소】** 대전광역시 유성구 신성동 대림두레아파트 101동 1207호  
**【국적】** KR  
**【심사청구】** 청구  
**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다.

대리인

김능균 (인)

**【수수료】**

<b>【기본출원료】</b>	20 면	29,000 원
<b>【가산출원료】</b>	1 면	1,000 원
<b>【우선권주장료】</b>	0 건	0 원
<b>【심사청구료】</b>	8 항	365,000 원
<b>【합계】</b>		395,000 원
<b>【첨부서류】</b>	1. 요약서·명세서(도면)_1통	



## 【요약서】

### 【요약】

본 발명은 리튬이온, 리튬폴리머, Ni-Cd, NiMH등의 2차 전지에 대한 효과적인 초기 용량 선별방법에 관한 것으로서, 직접적인 방전특성을 이용하지 않고 특정한 내부저항 성분의 수학적 수치 연산 과정을 통해 초기 방전 특성이 상이한 전지를 선택적으로 분리할 수 있는 방법에 관한 것이다.

본 발명에서는 전지의 특정한 내부저항 성분의 수학적 수치 연산 과정을 이용하는데 있어서, 특정 충전상태(SOC : State of Charge) 혹은 부분 방전도(Depth of Discharge)를 갖는 전지를 준비하는 단계, 임피던스 스펙트럼을 측정하는 단계, 측정된 임피던스 스펙트럼을 등가회로 모델에 모사하여 특정한 내부저항 성분을 구하는 단계, 저항성분의 수학적 수치 연산값과 전지의 초기 방전 용량 상관성을 비교하여 미지의 동일 전지그룹의 전지의 초기용량을 선별하는 단계로 구성되어진다.

### 【대표도】

도 12

### 【색인어】

전지용량선별, 전지의 초기용량선별

## 【명세서】

### 【발명의 명칭】

임피던스 스펙트럼으로부터 모사된 등가회로 모델의 특정 저항 인자 연산을 이용한 2차 전지의 용량 선별 방법{Method for evaluating their capacities by calculating mathematically specific elements among resistance elements of equivalent circuit model fitted from impedance spectrum of secondary batteries}

### 【도면의 간단한 설명】

- <1>           도 1은 동일 전지그룹의 다양한 개방회로전압 상태에서의 전압강하와 전지 용량과의 상관관계를 나타낸 그래프
- <2>           도 2는 본 발명의 실시 예의 충전전압 3.8V에서의 임피던스 스펙트럼을 나타낸 그래프
- <3>           도 3은 본 발명의 실시 예의 충전전압 3.9V에서의 임피던스 스펙트럼을 나타낸 그래프
- <4>           도 4는 본 발명의 실시 예의 충전전압 4.0V에서의 임피던스 스펙트럼을 나타낸 그래프
- <5>           도 5는 본 발명의 실시 예의 충전전압 4.2V에서의 임피던스 스펙트럼을 나타낸 그래프

- <6> 도 6은 본 발명의 실시 예의 충전전압 4.0V에서 180mAh 만큼 방전시킨후 측정한 임피던스 스펙트럼을 나타낸 그래프
- <7> 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 임피던스 스펙트럼의 등가회로 모델을 나타낸 그래프
- <8> 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 충전전압 3.8V에서 측정된 전지의 임피던스 스펙트럼으로부터 모사된 등가회로 모델의 저항성분인  $R_{ser}$  과  $R_{ct}$ 의 수학적인 곱 연산값과 초기 방전용량과의 상관관계를 나타낸 그래프
- <9> 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 충전전압 3.9V에서 측정된 전지의 임피던스 스펙트럼으로부터 모사된 등가회로 모델의 저항성분인  $R_{ser}$  과  $R_{ct}$ 의 수학적인 곱 연산값과 초기 방전용량과의 상관관계를 나타낸 그래프
- <10> 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 전지전압 4.0V에서 측정된 전지의 임피던스 스펙트럼으로부터 모사된 등가회로 모델의 저항성분인  $R_{ser}$  과  $R_{ct}$ 의 수학적인 곱 연산값과 초기 방전용량과의 상관관계를 나타낸 그래프
- <11> 도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 충전전압 4.2V에서 측정된 전지의 임피던스 스펙트럼으로부터 모사된 등가회로 모델의 저항성분인  $R_{ser}$  과  $R_{ct}$ 의 수학적인 곱 연산값과 초기 방전용량과의 상관관계를 나타낸 그래프
- <12> 도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 충전전압 4.0V에서 180mAh로 방전시킨 후 전지의 임피던스 스펙트럼으로부터 모사된 등가회로 모델의 저항성분인  $R_{ser}$  과  $R_{ct}$ 의 수학적인 곱 연산값과 초기 방전용량과의 상관관계를 나타낸 그래프

**【발명의 상세한 설명】**

**【발명의 목적】**

**【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<13>           본 발명은 2차 전지의 초기용량 선별방법에 관한 것으로서, 직접적인 방전 특성을 이용하지 않고 짧은 시간에 측정된 임피던스 스펙트럼의 등가회로 모델로부터 구한 특정한 내부저항 성분의 수학적 수치 연산 과정을 통해 초기 방전 특성이 상이한 전지를 선택적으로 분리할 수 있는 2차 전지의 초기용량 선별방법에 관한 것이다.

<14>           최근 들어 가전제품, 사무용품, 정보통신기기들의 경량화, 휴대성에 대한 요구가 늘어남에 따라 이들의 구동 전원으로 사용되는 2차 전지에 대한 소형화, 경량화 및 고에너지 밀도화가 요구되고 있다.

<15>           특히, 2차 전지 중에서도 리튬이온이 가역적으로 삽입/방출되며, 전지전압이 3~4V로 높고, 100Wh/kg의 고에너지 밀도를 갖는 리튬이온 2차 전지에 관한 연구개발이 활발히 진행되고 있는 추세이다.

<16>           90년대초 일본의 소니사가 원통형 리튬이온전지 18650 타입의 양산을 개시한 이래로 전극재료의 개선, 전지 조립 부품의 경량화, 전지 조립공정의 정밀 규격화 등을 통해 최근에는 전지 용량이 0.6Ah급에서 2Ah급까지 증가하였으며 시장의 요구에 따라 다양한 형태의 각형, 원통형 전지가 양산되어 시판되고 있다. 이러한 고용

량 전지는 최근 이동식 정보 단말기의 멀티미디어화 추세에 힘입어 그 수요가 늘어나고 있으며 앞으로는 영상정보 전달의 주요한 에너지원으로 자리 잡아 갈 것이다. 한편 이러한 전지는 단전지의 수요(전지 1개를 전력원으로 하는 기기)와 함께 조전지(전지팩 : 전지를 복수 개 사용하는 것으로 직렬 병렬 혹은 이들의 조합으로 연결하여 팩 형태로 사용) 형태로 사용되는데 이때 전지의 용량 선별의 중요성이 대두되게 된다. 전지 제조업체는 나름대로의 전지 출하전에 용량 선별을 위해 특정 주파수의 임피던스 측정값 비교와 함께 일정 횟수의 충방전 시험 비교등을 실시하는 것으로 알려져 있다.

<17> 전자의 특정 주파수에서 전지의 임피던스를 측정하여 전지의 보유용량을 측정하거나 충전/방전 상태를 검사하는 방법은 이미 시도된 바 있다.

<18> 미국 특허 US3,562,634에서는 2차 전지인 니켈-카드뮴 전지의 충전 상태를 브리지를 사용하여 측정된 페러데이 전기용량 값으로부터 결정하는 방법을 기술하고 있다. 미국 특허US3,562,634에 따르면, 특정 주파수에서 전지의 내부 임피던스 값과 전지 용량의 상관 관계는 전지의 활물질로 사용되는 화학재료의 임피던스 응답특성에 의해 결정된다. 그러므로 모든 전지의 전지용량을 측정하는데 반드시 적용되지 않는다.

<19> 특정 주파수에서의 내부 임피던스 값과 축전지의 보유용량과의 상관관계를 이용하여 전지의 상태를 검사하는 방법으로 축전지의 내부 임피던스를 측정하는 보다 일반적인 방법이 미국 특허 US4,678,998에 기술되어 있는데, 이는 차량의 축전지의 상태를 사용자가 연속적으로 감지하는 용도로 제시된 것으로서, 각각의 주파

수에서 얻어진 임피던스 값을 비교하는 것이다.

<20> 그 외에도 미국 특허 US4,743,855는 저주파 영역 및 고주파 영역에서 각각 측정된 두 개의 복소 임피던스 값을 사용하는 방법을, 미국 특허 US5,241,275 및 US5,717,336은 저주파 영역에서의 선형 임피던스 특성을 이용하는 방법을 각기 제시하고 있는데, 이러한 특정 주파수 또는 특정 주파수 영역에서의 임피던스 값과 전지의 용량과의 관계를 이용하는 종래의 기술은 대한민국 특허등록 번호 제 264515호에 개시되어 있으나, 측정의 효율성과 상관관계의 정밀도의 측면에서의 우수성을 동시에 보장하고 있지 않다.

<21> 후자의 경우 수많은 전지에 대한 충방전 설비를 이용해서 평가하기에는 시간적, 경제적 문제점을 안고 있다.

<22> 전지의 충전/방전 상태의 특성을 알아내기 위한 일반적인 방법으로는 전지의 개방회로전압(Open circuit voltage), 동작상태에서의 전지의 전압 및 변화, 전지에 인가되는 입력 전압 또는 전류에 대한 출력신호의 특성 및 이로부터 유도되는 내부저항 함수 또는 임피던스 함수등의 측정들이 잘 알려져 있다. 이러한 여러 가지의 방법을 사용할 경우에는 전지의 실시간 방전법에 소요되는 시간보다 짧은 시간 내에 전지용량의 측정이 가능하다. 이를 위하여 많은 연구가 진행되어 왔는데, 그 예로는, 미국특허 US 4,952,862에서는 전지의 방전특성을 푸커트 매개인자(Peukert parameter)로 구성되는 전압-시간함수로 나타내고, 전지의 전압 측정값과 상기 전압-시간함수로부터 전지의 잔존용량을 산출하는 방법을 제시하고 있다. 또한, 유럽특허 EP 119,547은 방전중인 전지의 방전전압을 시간의 함수로 측정하고,

일정구간에서의 방전전압의 평균변화율로부터 전지의 방전상태를 측정하는 방법을 제시하고 있다. 미국특허 US 3,984,762에서는 전지에 인가된 교류전류와 측정된 교류전압과의 위상차 측정방법을 언급하였다. 이러한 방전과정에서 전압 또는 전압의 변화량을 측정하여 용량을 산출할 경우에 측정값과 전지의 용량과의 상관관계가 나타나는 정확도는 전지의 방전특성에 민감한 의존성을 보인다. 예를 들면, 전압의 평탄성이 매우 우수한 리튬이온 2차 전지의 경우에 방전상태의 변화에 대한 전압의 변화가 매우 적으므로 동일 제조 조건에 의해 생산된 전지의 경우에는 적용하기가 힘들다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<23>

본 발명의 목적은 동일 제조 조건하에서 생산된 2차 전지의 초기 용량 선별의 문제점을 해결하기 위하여, 직접적인 전지의 방전특성을 이용하지 않고 짧은 시간에 측정된 임피던스 스펙트럼의 등가회로부터 구한 특정한 전지의 내부저항 성분의 수학적 수치 연산 과정을 통해 초기 방전 특성이 상이한 전지를 선택적으로 분리할 수 있는 방법을 제공함에 있다.

#### 【발명의 구성】

<24>

본 발명은 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 2차전지의 초기 방전용량 선별 방법은, 특정 충전상태(SOC : State of Charge) 혹은 특정 방전도(Depth of Discharge)의 전지를 준비하는 단계, 임피던스 스펙트럼을 측정하는 단계, 임피던

스 스펙트럼의 등가회로 모델로부터 특정한 내부저항 성분을 구하여 수치 연산하는 단계, 저항성분의 수학적 수치 연산값과 전지의 초기 방전 용량 상관성을 비교하여 미지의 동일 전지 그룹의 초기 방전 용량을 선별하는 단계로 이루어짐을 특징으로 한다.

<25> 이하 본 발명을 첨부한 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

<26> 본 발명의 2차 전지의 용량선별에 사용된 동일 전지그룹의 초기용량 분포와 여러 개방회로전압(OCV : Open Circuit Voltage)으로부터 전압강하와의 상관관계를 나타낸 일례로 도 1에 나타낸 바, 전압강하는 저용량 전지그룹 일수록 높게 나타나고, 충전전압이 높을 수록 전압강하 폭이 높은 경향을 보여주고 있음을 알 수 있다. 한편 이러한 충전 후 전압 강하의 정보는 전지의 용량 선별의 유용한 하나의 정보로 활용될 수 있음을 보여준다. 그러나 약 5%이내의 용량차이를 나타내는 동일 전지그룹에서는 이러한 전압 강하만으로 구분하기가 쉽지 않다. 대한민국 특허등록 번호 제264,515에 기술된 바와 같이 임피던스 스펙트럼 분석을 통한 전지 용량 측정은 전지의 각 방전도(DOD: Depth of discharge)에서 나타나는 고유의 임피던스 스펙트럼이 전지의 잔존용량과 관계 있음에 근거한다고 볼 수 있으며, 특히 동일 전지그룹의 임피던스 스펙트럼으로부터 얻어지는 용량 상관성이 임피던스 스펙트럼의 특정 측정조건에 의해 나타내어지며, 즉 전지의 충전량이 50%이상, 바람직하게는 60%이상의 충전량을 갖는 전지상태 혹은 전지의 만충전 이하 전압으로부터 10% 이내로 방전된 전지상태에서 측정된 임피던스 스펙트럼으로부터 모사되는 등가회로 모델의 저항 성분이 동일 전지그룹내의 용량변화에 민감하다. 특히 2개의 저항 성



분의 수치 연산값이 동일 전지그룹의 초기 용량과의 상관성이 높다는 것에 착안하여 전지의 특정한 내부저항 성분의 수치 연산 과정을 통한 동일 전지그룹의 초기 용량 선별을 시도하게 되었다.

<27>

전지 생산자는 전지 구매자가 요구하는 용량 분포에 맞게 2차 전지를 출하하게 되는데, 일반적인 여러 번의 실시간 방전법을 이용하여 하지 않고 임피던스 스펙트럼 측정을 통하여 얻어지는 특정한 내부저항 성분의 수학적 수치 연산 과정을 통한 동일 전지그룹의 초기용량 선별을 위해서는 조립된 전지의 포메이션(Formation) 공정 후 예상 공칭 방전용량의 50%이상, 바람직하게는 60%이상의 충전 상태로 유지시키거나 혹은 전지의 만충전 이하 전압으로부터 20% 이내로 방전된 전지상태로 유지시키며 바람직하게는 10%이내의 방전량이 좋으며, 이때 1일 자가방전에 의한 개방회로전압 변화가 20mV가 넘지 않는 충전 종결 조건으로 동일 SOC상태를 유지토록 해야 한다. 동일 전지그룹에 대한 임피던스 스펙트럼 측정시간은 최소 주파수 값에 의해 결정되어지며 측정 주파수 범위는 10kHz 이하 1mHz이내에서 정하며 바람직하게는 1kHz이하 10mHz이내에서 측정한다. 측정된 임피던스 스펙트럼으로부터 모사되는 등가 전기회로모델은 대한민국 특허등록번호 제264,515호에 제시한 일반적인 회로모델(generic circuit model)을 사용한다. (J. Power Sources, 83 (1999) 61) 이 등가회로 모델로부터 구해지는 저항 성분 중 전해질과 분리막 혹은 집전체 열하와 관련이 있는  $R_{ser}$ (resistance of separator and current collectors) 저항 성분과 전하 이동 저항성분에 해당하는  $R_{ct}$ (Charge transfer resistance)값을 구하여 이들의 곱 연산을 하여 x축은 초기 방전용량 정보를, y축

은 연산값을 나타내는 용량 상관 그래프를 작성한다. 이때 y축의 연산 방법은 수학적 곱셈 연산방법에 국한되지 않는다. 이러한 용량 상관 그래프는 동일 전지그룹에 대해 한번만 작성되면 반복적인 실시간 방전법을 사용하지 않고도 제조된 전지들의 초기용량 선별을 쉽고 경제적으로 할 수 있게 된다.

<28> 또한 전지팩 제조자들은 전지 제조자들로부터 특정 충전 상태 혹은 방전 상태의 전지를 공급받아 단지 임피던스 스펙트럼 분석만을 통해 보다 정확한 전지 용량 선별 정보를 제공받게 되어 전지 팩의 에너지 효율을 높일 수 있는 기회를 제공할 수 있게 된다.

<29> 이하 본 발명을 실시 예에 의거 상세하게 설명하면 다음과 같은 바, 본 발명이 실시 예에 의해 한정되는 것은 아니다.

### <30> 실시예

#### <31> 실시예 1

<32> 18650 원통형 타입의 리튬이온 2차 전지 12개의 동일 전지그룹에 대한 분석하고자하는 임피던스 스펙트럼의 특정 측정 상태로 만들기 위하여 충전 중지 전압을 3.8V, 3.9V, 4.0V, 4.2V로 세분하여 충전 전지를 준비하였다. 이때 충전 조건은 CC(Constant current), CV(Constant voltage)조건으로 900mA 전류를 인가하였으며, 충전 전류값이 90mA에 도달하였을 때 충전을 중지하였다. 바람직하게는 예상 방전 용량 기준으로 충전은 0.5C 충전율로, 중지조건은 충전 전류값의 10%가 적당하다. 특정 방전도의 전지 상태는 동일한 충전 조건에서 방전량이 180mAh에 도달할때까지 방전전류를 1800mA를 인가하였다. 바람직하게는 충전 전압이 4.15V이하, 예상 방전

용량 기준으로 10%이내에서 방전을 중지하는 것이 적당하다. 부분 충전 및 방전이 중지된 직후 전지들을 일정한 폭의 전압강하가 진행되며, 이는 충전 중지 조건에 크게 좌우된다. 따라서 모두 부분 충전 및 방전 중지 후 2시간 지난 뒤 임피던스 스펙트럼을 측정하였다. 임피던스 측정은 BPS 1000FL모델{제조사 : 금호석유화학(주)}을 사용, 10kHz ~ 10mHz사이의 주파수 범위에서 실시하였으며 그 결과는 도 2 내지 도 6에 나타내었으며 구체적 시험분석은 대한민국 특허등록번호 제264,515에 개시되어 있다. 측정된 임피던스 스펙트럼으로부터 모사되는 등가회로 모델은 본 출원인 제시한 비선형 저항기, 비선형축전기, 비선형 전송선의 모형상수로 구성된 generic circuit model을 사용하였으며 도 7에 나타내었다. (J. Power Sources, 83 (1999) 61) 임피던스 스펙트럼모델로부터 구한  $R_{ser}$ (resistance of separator and current collectors) 저항 성분과 전하 이동 저항성분에 해당하는  $R_{ct}$  (Charge transfer resistance)값을 구하여 이들의 수학적 곱 연산을 하였다. 이들의 연산 값은 임피던스 스펙트럼 측정후 방전을 1.0C 조건으로 방전 후 구한 초기 방전 용량과의 관계식으로부터 용량 상관 그래프를 구할 수 있었으며 그 결과를 도 8 내지 도 12에 나타내었다. 충전 전압이 4.0V이하에서는, 즉 충전율이 50%이하에서는 초기 방전용량과의 상관성이 벗어나는 빈도가 높아졌으며, 충전조건이 높은 4.2V 충전 전지그룹과 4.0V에서 부분 방전을 실시한 전지들 경우에는 용량 상관성이 높았다.

**【발명의 효과】**

&lt;33&gt;

상술한 바와 같이, 본 발명은 임피던스 스펙트럼으로부터 모사된 등가회로모델의 특성 저항인자를 연산하여 초기 방전 특성이 상이한 전지를 선택적으로 분리함으로써, 전지 제조자에게 경제적인 출하전지의 초기 방전용량 세분화 선별 방법을 제공하고, 전지를 직렬, 병렬 혹은 이의 조합으로 조전지화 하여 사용하는 사용자에게는 조합전지의 에너지 효율을 극대화할 수 있는 효과가 있다.

## 【특허청구범위】

### 【청구항 1】

동일 제조 조건으로 생산된 동일 그룹의 2차 전지의 용량선별 방법에 있어서,

측정하고자 하는 상기 2차 전지들을 만충전 전압이하로 부분 충전하거나 혹은 만 충전 전압 이하로 부분 방전의 전지를 준비하는 단계와,

상기 준비한 전지에 대한 임피던스 스펙트럼을 측정하는 단계와,

상기 측정한 임피던스 스펙트럼으로부터 모사되는 전기 등가회로 모델로부터 특정한 내부저항 성분을 구하여 수학적 수치 연산하는 단계와,

상기 저항성분의 수학적 수치연산 값과 전지의 초기 방전용량 그래프를 비교하여 미지의 동일 그룹전지의 초기 방전용량을 선별하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 2차 전지의 용량 선별 방법.

### 【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 충전 전지는, 만 충전이하의 전압으로 충전량이 60%이상이며 충전전류의 10%이내의 값으로 정전압 충전 종결함을 특징으로 하는 2차 전지의 용량 선별 방법.

**【청구항 3】**

제 1 항에 있어서,

상기 방전전지는 만충전 이하의 전압으로 방전량의 10%이내인 것을 특징으로 하는 2차 전지의 용량 선별방법.

**【청구항 4】**

제 1 항에 있어서,

상기 임피던스 스펙트럼의 측정 주파수 범위는 10mHz이상 10kHz이내인 것을 하는 2차 전지의 용량 선별방법.

**【청구항 5】**

제 1 항 및 제 4 항에 있어서,

상기 임피던스 스펙트럼 임피던스 스펙트럼을 모사하는데 사용되는 등가전기 회로 모델은, 비선형 저항기, 비선형 축전기, 비선형 전송선의 모형상수로 구성된 것을 특징으로 하는 2차 전지의 용량 선별방법.

**【청구항 6】**

제 5 항에 있어서,

상기 전기 등가회로 모델로부터 구한 내부저항 성분은, 전해질과 분리막 혹

은 집전체 열하와 관련이 있는 저항 성분과 전하 이동 저항성분임을 특징으로 하는 2차 전지의 용량 선별방법.

**【청구항 7】**

제 1 항 또 제 6항에 있어서,

상기 방전용량 그래프는, 방전을 1.0C 조건으로 방전 후 구한 초기 방전 용량과의 관계식으로부터 구한 용량 상관 그래프임을 특징으로 하는 2차 전지의 용량 선별방법.

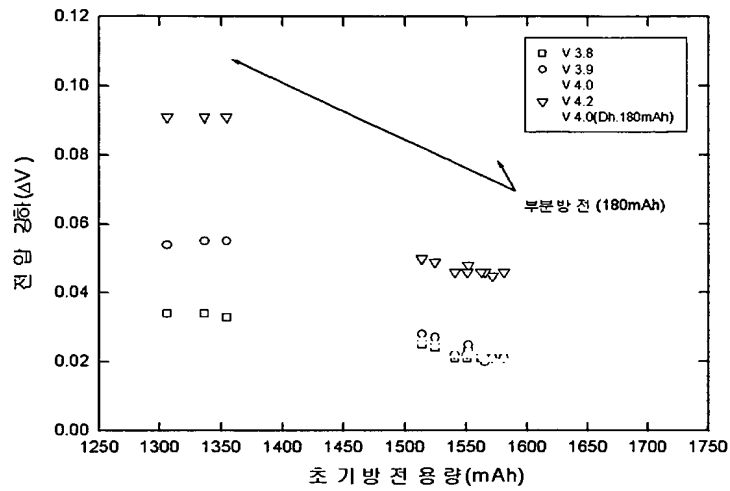
**【청구항 8】**

제1항 내지 제 6 항에 있어서,

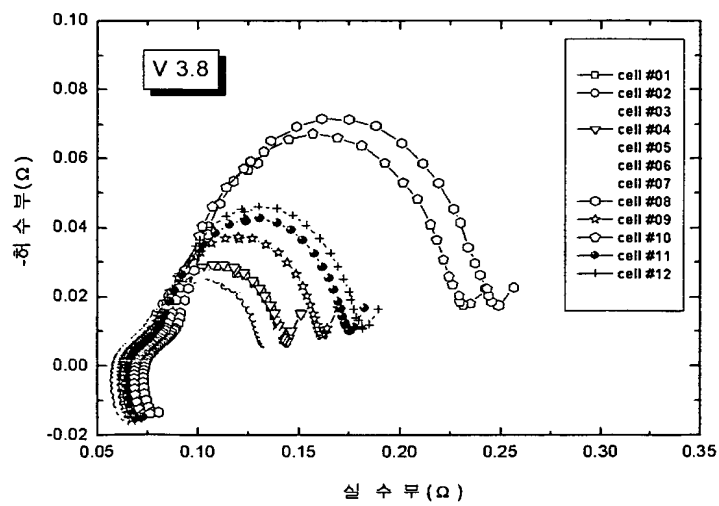
상기 2차 전지는 리튬이온, 리튬폴리머, Ni-Cd, NiMH임을 특징으로 하는 2차전지의 용량 선별방법.

## 【도면】

【도 1】

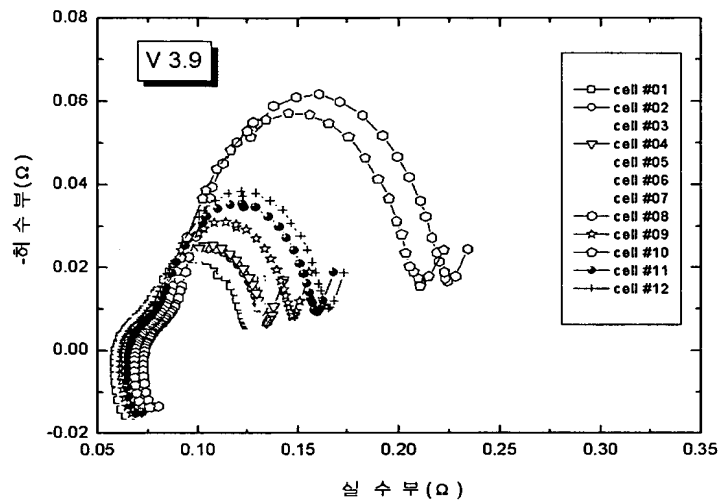


【도 2】

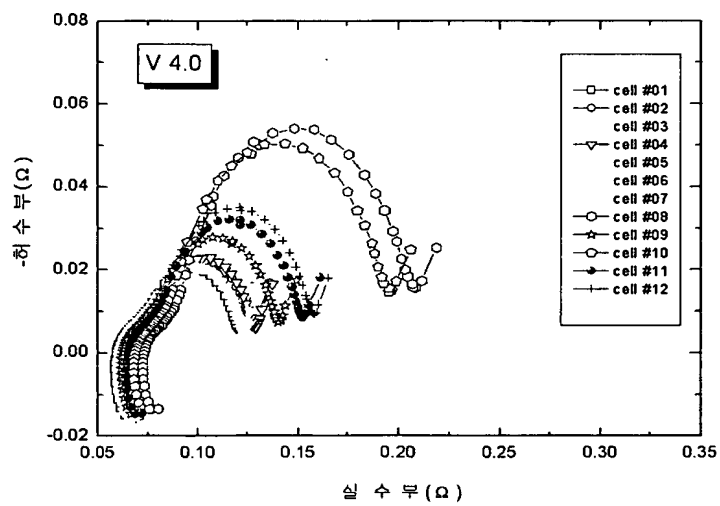




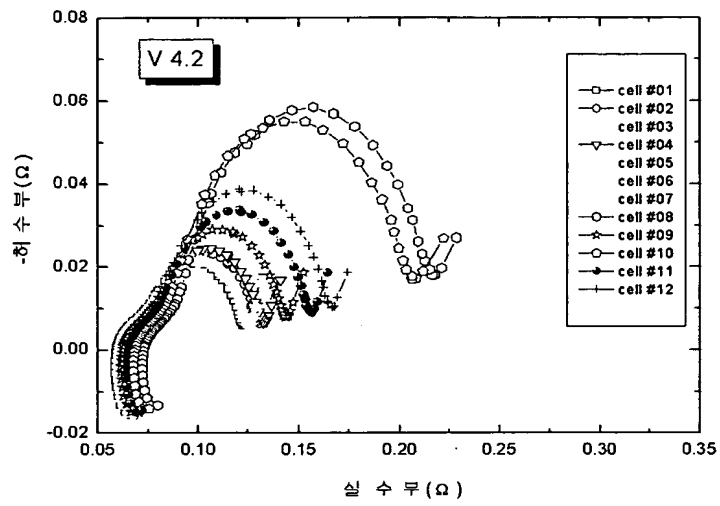
【도 3】



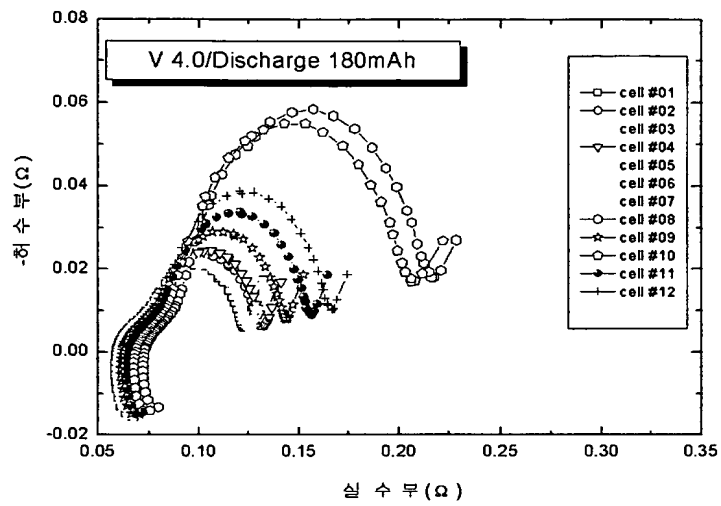
【도 4】



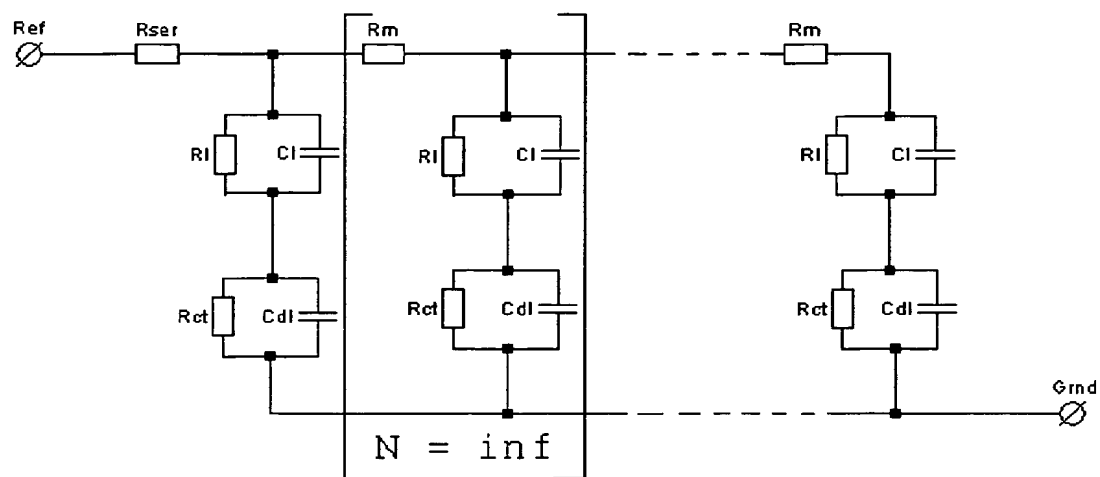
【도 5】



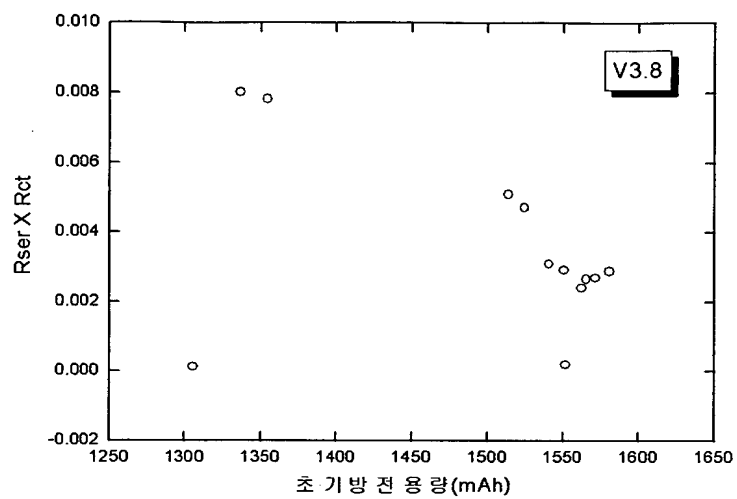
【도 6】



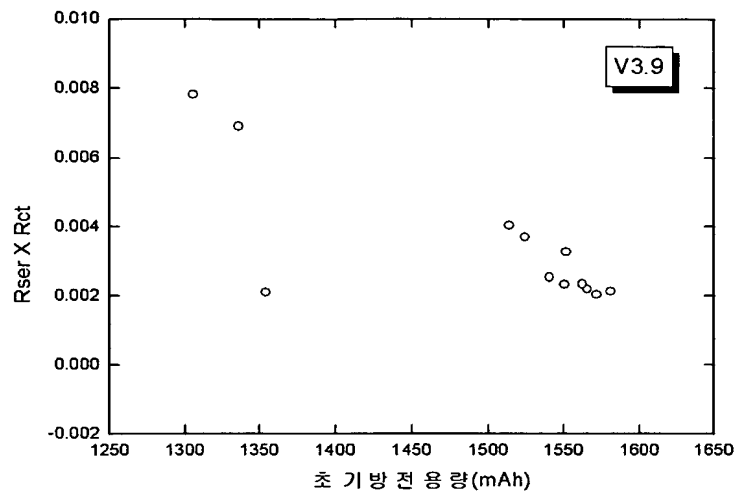
【도 7】



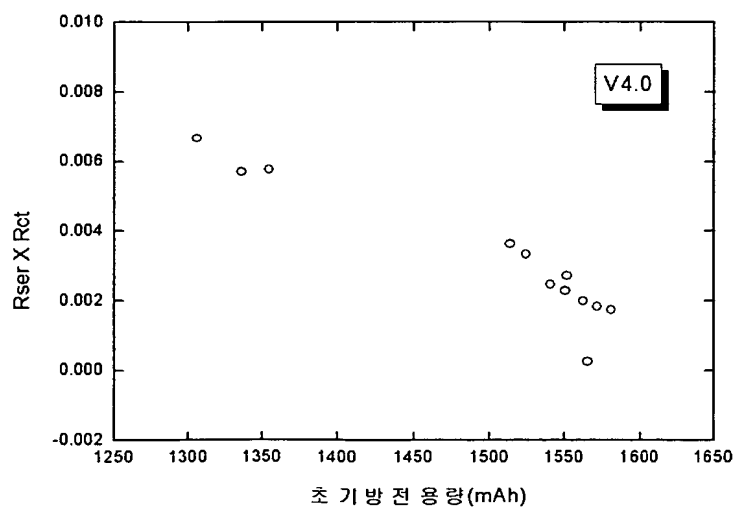
【도 8】



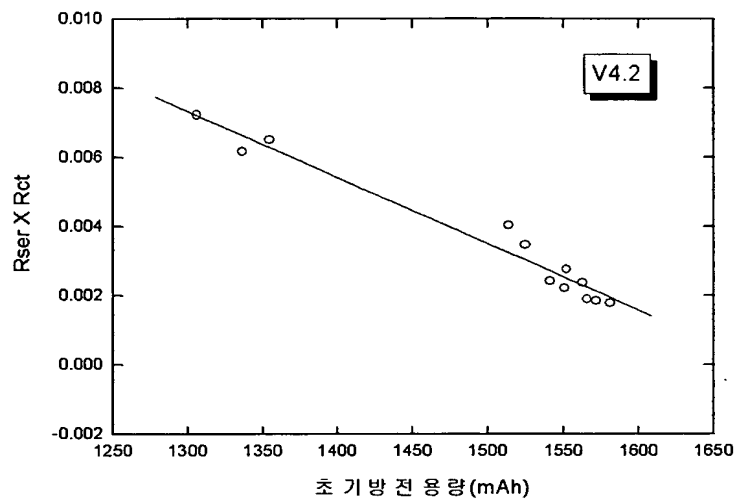
【도 9】



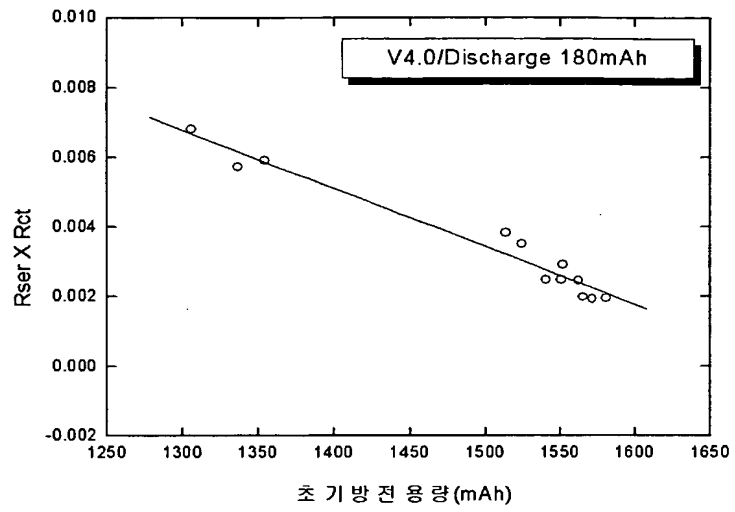
【도 10】



【도 11】



【도 12】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**